

## Method of detecting objects on motor vehicle windscreen

**Patent number:** DE19749331

**Publication date:** 1999-05-20

**Inventor:** BLAESING FRANK DIPL ING (DE)

**Applicant:** KOSTAL LEOPOLD GMBH & CO KG (DE)

**Classification:**

- **international:** G01N21/88; G01W1/14; G01N21/84; G01N17/00;  
G01M11/00; B60J1/02; B60J1/08

- **european:** B60S1/08F2

**Application number:** DE19971049331 19971107

**Priority number(s):** DE19971049331 19971107

**Also published as:**



WO9926816 (A1)

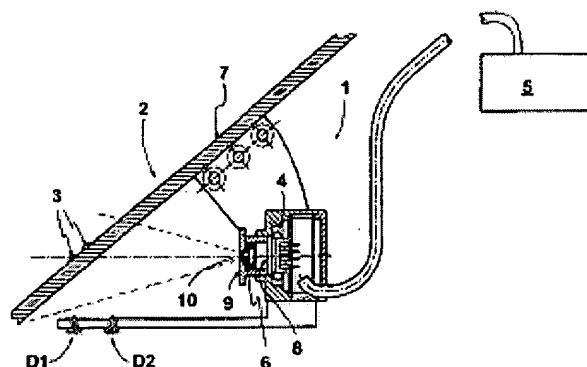
EP1027235 (A1)

US6555804 (B1)

EP1027235 (B1)

### Abstract of DE19749331

The method involves detecting a section of the windscreen from the interior with an optical sensor array (4) focused on the outside of the screen with a number of individual image points. The local frequency distributions ( $S(f)$ ) of structures ( $s(x)$ ) in the detected image are detected and compared (14) with reference distributions. If sufficient coincidence is detected, an actuator control signal can be generated. An Independent claim is also included for an arrangement for carrying out the method.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO**

D4



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 197 49 331 A 1**

21 Aktenzeichen: 197 49 331.9  
22 Anmeldetag: 7. 11. 97  
43 Offenlegungstag: 20. 5. 99

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 01 N 21/88**  
G 01 W 1/14  
G 01 N 21/84  
G 01 N 17/00  
G 01 M 11/00  
B 60 J 1/02  
B 60 J 1/08

DE 197 49 331 A 1

71 Anmelder:  
Leopold Kostal GmbH & Co. KG, 58507  
Lüdenscheid, DE

74 Vertreter:  
Patentanwälte Schröter und Haverkamp, 58636  
Iserlohn

72 Erfinder:  
Bläsing, Frank, Dipl.-Ing., 59457 Werl, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 196 03 553 C1  
DE 43 39 575 C2  
DE 43 30 710 C1  
DE 197 04 818 A1  
DE 197 04 818 A1  
DE 44 24 454 A1  
DE 44 17 436 A1  
DE 43 33 665 A1  
DE 42 30 068 A1  
DE 42 24 435 A1  
DE 42 18 795 A1  
DE 40 19 066 A1  
DE 37 15 798 A1  
DE 31 26 356 A1  
EP 08 32 798 A2

HAFERKORN, Heinz (Hrsg.): Lexikon der Optik,  
Verlag Werner Dausien, Hanau, 1988, S.268,269;

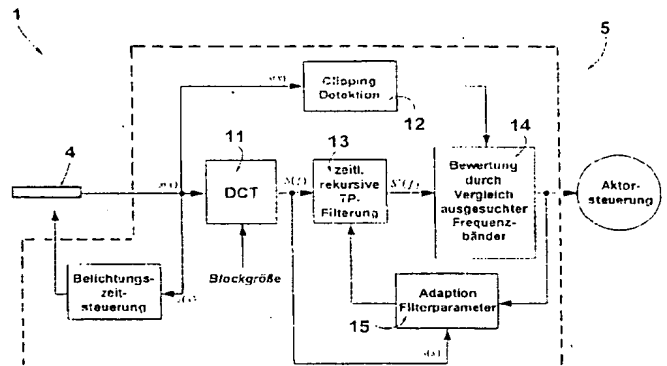
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren zum Detektieren von auf einer Windschutzscheibe befindlichen Objekten sowie Vorrichtung

57 Verfahren zum Detektieren von auf einer Windschutzscheibe 2 befindlichen Objekten 3 umfassend folgende Schritte:

- Aufnehmen eines Ausschnittes der Windschutzscheibe 2 von ihrer Innenseite mit einem auf die Außenseite 7 der Windschutzscheibe 2 fokussierten, eine Vielzahl von einzelnen Bildpunkten aufweisenden optischen Sensorarray 4,
- Ermitteln der Ortsfrequenzverteilungen  $S(f)$  der auf dem erfaßten Bild abgebildeten Strukturen  $s(x)$  und
- Durchführen eines Vergleichschrittes, in welchem die erfaßten Ortsfrequenzverteilungen  $S(f)$  mit Referenzfrequenzverteilungen verglichen werden, woraufhin bei einer hinreichenden Übereinstimmung der erfaßten Ortsfrequenzverteilungen  $S(f)$  mit einer Referenzfrequenzverteilung ein Steuersignal zum Ansteuern von Aktoren erzeugt wird.

Eine Vorrichtung zum Detektieren von auf einer Windschutzscheibe befindlichen Objekten umfaßt ein an eine Datenverarbeitungseinheit angeschlossenes optisches Sensorarray, welches auf die Außenseite der Windschutzscheibe fokussiert ist. Die Datenverarbeitungseinheit 5 weist ein Transformationsmodul 11 zum Ermitteln der Ortsfrequenzverteilungen der auf dem erfaßten Bild abgebildeten Strukturen und eine Komparatoreinheit 14 zum Vergleichen der ermittelten Ortsfrequenzverteilungen mit Referenzfrequenzverteilungen auf.



DE 197 49 331 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet des Detektierens von Objekten auf einer durchsichtigen Scheibe. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Detektieren von auf einer Windschutzscheibe befindlichen Objekten sowie eine Vorrichtung zum Detektieren von auf einer Windschutzscheibe befindlichen Objekten, umfassend eine an eine Datenverarbeitungseinheit angeschlossene Aufnahmeeinheit zum innenseitigen Betrachten eines Ausschnittes der Windschutzscheibe, von welcher Datenverarbeitungseinheit Aktoren als Reaktion auf festgestellte Objekte auf der Windschutzscheibe ansteuerbar sind, wobei die Aufnahmeeinheit in einem bestimmten Abstand hinter der Windschutzscheibe angeordnet ist.

Eine auch als Regensensor bezeichnete Vorrichtung zum Detektieren von Regentropfen auf einer Windschutzscheibe eines Kraftfahrzeuges zum Steuern eines Scheibenwischermotors ist aus der DE 33 14 770 C2 bekannt. Diese Vorrichtung umfaßt eine innenseitig bezüglich der Windschutzscheibe angeordnete Lichtquelle, deren Lichtstrahlen in einem Winkel auf die Windschutzscheibe auftreffen. In einem diesen Winkel entsprechenden Ausgangswinkel ist zur Windschutzscheibe ein Fotodetektor angeordnet. Lichtquelle und Fotodetektor sind an den Seitenflächen eines Prismas angeordnet, welches mit seiner Hypotenuse auf die Innenseite der Windschutzscheibe aufgeklebt ist. Diese bekannte Vorrichtung arbeitet nach dem Reflektionsprinzip. Dieses Arbeitsprinzip nutzt die Tatsache, daß an der Außenseite der Windschutzscheibe eine Totalreflektion der darauf von innen gerichteten Strahlen der Lichtquelle zum Fotodetektor hin erfolgt, wenn auf der Außenseite der Windschutzscheibe keine die Totalreflektion störenden Objekte vorhanden sind. Treffen dagegen die Lichtstrahlen auf einen Regentropfen, werden Lichtstrahlen aus dem Regentropfen ausgekoppelt, so daß nur ein Teil zum Fotodetektor hin reflektiert wird und die gemessene Lichtintensität geringer wird.

Eine bestimmungsgemäße Detektion von Regentropfen ist jedoch nur dann möglich, wenn das Prisma mit seiner Grundfläche planparallel bezüglich der Innenseite der Windschutzscheibe angeordnet ist. Ferner ist es notwendig, daß die Klebeverbindung zwischen dem Prisma und der Innenseite der Windschutzscheibe so ausgeführt ist, daß darin weder Schlieren noch Blasen enthalten sind. Beide genannten Klebefehler können durch die davon ausgehende Streustrahlung die bestimmungsgemäße Funktionsweise des Regensensors beeinflussen.

Aus der US-PS 4 867 561 ist ein weiterer Regensensor bekannt, der nach dem Reflektionsprinzip arbeitet, der jedoch im Gegensatz zum Gegenstand der DE 33 14 770 C2 innenseitig von der Windschutzscheibe beabstandet ist. Diese Beabstandung von der Windschutzscheibe führt zu einer Vermeidung der durch eine Klebung hervorgerufenen Beeinträchtigungen. Dieser Regensensor ist in die Oberseite des Armaturenbrettes eingelassen.

Diese nach dem Reflektionsprinzip arbeitenden Regensensoren eignen sich zwar für eine Erkennung von Regentropfen, jedoch läßt sich mit diesen Vorrichtungen keine spezifische Aussage im Hinblick auf weitere, die Sicht durch die Windschutzscheibe behindernde Objekte erzielen. Auch wenn manche Verschmutzungen der Windschutzscheibe bei den bekannten Vorrichtungen ebenfalls eine Beugung und somit eine verringerte Totalreflektion der Lichtstrahlen zur Folge haben können, kann diese von dem Fotodetektor erfaßte Lichtintensitätsverringern nicht objektbezogen bewertet werden.

Ausgehend von diesem diskutierten Stand der Technik

liegt der Erfindung daher zum einen die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Detektieren von auf einer Windschutzscheibe befindlichen Objekten vorzuschlagen, mit dem eine Erkennung und Unterscheidung von auf der Windschutzscheibe befindlichen Objekten möglich ist.

Ferner liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Vorrichtung zum Detektieren von auf einer Windschutzscheibe befindlichen Objekten bereit zu stellen, mit der eine Erfassung und Bestimmung unterschiedlicher auf einer Windschutzscheibe befindlicher Objekte möglich ist.

Während die verfahrensbezogene Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst wird, daß das Verfahren folgende Schritte umfaßt:

- Aufnehmen eines Ausschnittes der Windschutzscheibe von ihrer Innenseite mit einem auf die Außenseite der Windschutzscheibe fokussierten, eine Vielzahl von einzelnen Bildpunkten aufweisenden optischen Sensorarray,
- Ermitteln der Ortsfrequenzverteilungen der auf dem erfaßten Bild abgebildeten Strukturen und
- Durchführen eines Vergleichschrittes, in welchem die erfaßten Ortsfrequenzverteilungen mit Referenzfrequenzverteilungen verglichen werden, woraufhin bei einer hinreichenden Übereinstimmung der erfaßten Ortsfrequenzverteilungen mit einer Referenzfrequenzverteilung ein Steuersignal zum Ansteuern von Aktoren erzeugt wird.

wird die vorrichtungsbezogene Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Aufnahmeeinheit ein mit einer Blende versehenes, auf die Außenseite der Scheibe fokussiertes optisches Sensorarray ist und daß die ausgangsseitig an das optische Sensorarray angeschlossene Datenverarbeitungseinheit ein Transformationsmodul zum Ermitteln der Ortsfrequenzverteilungen der auf dem erfaßten Bild abgebildeten Strukturen und eine Komparatoreinheit zum Vergleichen der ermittelten Ortsfrequenzverteilungen mit Referenzfrequenzverteilungen aufweist.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Detektieren von auf einer Windschutzscheibe befindlichen Objekten verwendet die ausgangsseitig an den Bildpunkten des Sensorarrays beim Betrachten einer Szene anliegenden Signalschwankungen, die entsprechend transformiert über die Anzahl der Intensitätsschwankungen innerhalb eines bestimmten Bildbereiches – als Ortsfrequenzverteilungen bezeichnet – Aufschluß über ein auf der Windschutzscheibe befindliches Objekt geben. Dabei macht sich die Erfindung zunutze, daß ein optisch defokussiertes und somit unscharfes Bild keine scharfen Übergänge von einem Objekt zu einem anderen aufweist. Die Anzahl der Intensitätsschwankungen innerhalb eines bestimmten Bildbereiches (Ortsfrequenzverteilungen) sind in einem solchen Bildausschnitt gering. Innerhalb der fokussierten Bildebene, in der Objekte scharf abgebildet werden, sind dagegen hohe Intensitätsschwankungen aufgrund zahlreicher scharfer Objektübergänge – ein Vorhandensein von Objekten vorausgesetzt – erfaßbar. Daher sind zum Erfassen der auf einer Windschutzscheibe anhaftenden Objekte dem optischen Sensorarray eine auf die Außenseite der Windschutzscheibe fokussierte Optik zugeordnet. Im Rahmen dieser Ausführungen bedeutet der Begriff fokussiert eine hinreichend scharfe Abbildung der Objekte auf der photosensitiven Oberfläche des Sensorarrays, damit sich diese deutlich von Objekten der Umgebung unterscheiden. Zum Erzielen einer bestimmten Schärfentiefe ist in den Strahlengang der Optik eine Blende vorgeschaltet. Befinden sich im Schärfentiefebereich der Vorrichtung und somit auf

der Außenseite der Windschutzscheibe Objekte, so weist das Spektrum der ermittelten Ortsfrequenzverteilungen im oberen betrachteten Frequenzbereich größere Werte auf verglichen mit einem auf seine Ortsfrequenzverteilungen hin dargestellten Bildausschnitt, auf dem außenseitig auf der Windschutzscheibe keine Objekte anhaften.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bzw. mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung läßt sich durch die unterschiedlichen Abbildungseigenschaften unterschiedlicher Objekte hinsichtlich ihrer Ortsfrequenzverteilungen eine Aussage bezüglich des auf einer Windschutzscheibe anhaftenden Objektes treffen. Regentropfen können beispielsweise dadurch von opaken Objekten unterschieden werden, daß diese einen dunklen randlichen Saum aufweisen, wohingegen das Innere eines Regentropfens wieder hell abgebildet ist. Ferner kann ausgenutzt werden, daß ein Regentropfen selbst als Linse funktioniert und somit die vor der Windschutzscheibe befindliche Umgebung scharf und seitenverkehrt abzubilden vermag. Durch die seitenverkehrte Abbildung ist der untere Teil eines Regentropfens hell (= Himmel) und der obere Teil dunkel bzw. dunkler (= Umgebung) ausgebildet. Diese Merkmale drücken sich sämtlich in Intensitätsschwankungen im hochfrequenten Bereich der Ortsfrequenzspektren aus. Entsprechend erfolgt eine Ermittlung der Anzahl der auf einer Windschutzscheibe anhaftenden Objekte über den gesamten betrachteten Bildausschnitt.

Nach einem Ermitteln der Ortsfrequenzverteilungen eines Bildausschnittes erfolgt ein Vergleich der ermittelten Ortsfrequenzverteilungen mit Referenzfrequenzverteilungen, die zweckmäßigerweise in einem Speichermodul hinterlegt sind. Bei einer hinreichenden Übereinstimmung der erfaßten Ortsfrequenzverteilungen mit einer Referenzfrequenzverteilung, beispielsweise bei Feststellen einer bestimmten Regentropfendichte, wird ein Steuersignal erzeugt, mit dem bestimmte Aktoren, beispielsweise ein Scheibenwischermotor, zum Wegwischen der Regentropfen betätigt werden.

Die Unterscheidung unterschiedlicher Objekte kann dazu ausgenutzt werden, daß bei einer Detektion von Staub oder Schlammgespritzern nicht nur der Scheibenwischermotor, sondern auch die Scheibenwaschanlage zum Entfernen des Schmutzes angesteuert wird.

Als optisches Sensorarray kann je nach Ausgestaltung der Vorrichtung sowohl ein Kamerasensor als auch eine optische Sensorzeile verwendet werden.

Zweckmäßigerweise erfolgt die Ermittlung der Ortsfrequenzverteilung eines mit dem optischen Sensorarray erfaßten Bildes durch Transformieren der Bilddaten mit einer diskreten Cosinustransformation. Bei einer solchen diskreten Cosinustransformation handelt es sich um den Realteil der beidseitigen komplexen Fouriertransformation.

Es ist zweckmäßig, zwischen dem Schritt des Ermittlens der Ortsfrequenzverteilung und dem Durchführen des Vergleichschrittes die einzelnen Ortsfrequenzbänder einer zeitlich rekursiven Tiefpaßfilterung zu unterziehen. Durch eine solche Filterung wird eine Auswertung von Phantomfrequenzen vermieden.

Zweckmäßig ist es, die einzelnen Bildpunkte des optischen Sensorarrays einer Übersteuerungsbestimmung zuzuführen, in der festgestellt wird, ob einzelne Bildpunkte hinsichtlich ihres Erfassungsbereiches übersteuert sind. Das Signal eines übersteuerten Bildpunktes zeichnet sich nämlich dadurch aus, daß die ansteigende Signalfanke plötzlich in einem scharfen Knick in die Horizontale wechselt. Entsprechend ist auch die andere Signalfanke ausgebildet. Diese beiden Signalknicke führen bei ihrer Transformation in den Ortsfrequenzbereich zu vermeintlichen hochfrequenten Bildanteilen, die aber tatsächlich nicht vorhanden sind. Bei einer festgestellten Übersteuerung eines oder mehrerer Bild-

punkte wird dieses bei der Durchführung des Vergleichschrittes berücksichtigt. Es ist zweckmäßig, wenn die Komparatoreinheit von einer solchen Übersteuerungsüberwachungseinheit entsprechend angesteuert wird, so daß ein Frequenzspektrenvergleich nicht stattfindet.

Auch wenn für die bestimmungsgemäße Durchführung des Verfahrens grundsätzlich auf eine zusätzliche Beleuchtung der Windschutzscheibe verzichtet werden kann, können Fahrsituationen auftreten, in denen das Umgebungsrestlicht nicht ausreicht, um auf der Windschutzscheibe anhaftende Objekte zu detektieren. Zu diesem Zweck kann einer solchen Vorrichtung eine Beleuchtungseinrichtung zugeordnet sein, die die Windschutzscheibe von innen beleuchtet. Diese Beleuchtungseinrichtung emittiert Infrarot-Licht dergestalt, daß dieses in wechselnden Einfallswinkeln auf die Windschutzscheibe auftrifft. Die durch die Beleuchtung erzielten Lichtreflexe dienen als Grundlage zum Ermitteln der Ortsfrequenzverteilung im erfaßten Bildausschnitt.

Bei Verwendung eines Kamerasensors als Sensorarray ist es möglich, diesen zusätzlich als Aufnahmemodul für andere bildverarbeitende Verfahren zu verwenden.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung sind Bestandteil der übrigen Unteransprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels. Es zeigen:

**Fig. 1** eine schematisierte Darstellung einer Vorrichtung zum Detektieren von auf einer Windschutzscheibe befindlichen Objekten.

**Fig. 2** ein Blockschaltbild zum Auswerten des von einem optischen Sensorarray erfaßten Bildes eines Windschutzscheibenausschnittes.

**Fig. 3a** beispielhaft Ortsfrequenzverteilungen einer betrachteten Windschutzscheibe ohne darauf befindliche Objekte,

**Fig. 3b** beispielhaft Ortsfrequenzverteilungen einer betrachteten Windschutzscheibe mit darauf befindlichen Regentropfen und

**Fig. 4** eine Draufsicht auf das optische Sensorarray der Detektionsvorrichtung der **Fig. 1**.

Eine Detektionsvorrichtung **1** zum Detektieren von auf einer Windschutzscheibe **2** befindlichen Objekten **3**, wobei es sich bei den Objekten bei dem in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsbeispiel um Regentropfen handelt, ist in einem vorbestimmten Abstand hinter der Windschutzscheibe **2** im Innenraum eines nicht näher dargestellten Kraftfahrzeuges angeordnet. Die Detektionsvorrichtung **1** besteht im wesentlichen aus einer optischen Sensorzeile **4**, die an eine Datenverarbeitungseinheit **5** angeschlossen ist. Zwischen der Windschutzscheibe **2** und der Sensorzeile **4** ist eine Linse **6** dergestalt angeordnet, daß die Außenseite **7** der Windschutzscheibe **2** scharf auf der photosensitiven Oberfläche **8** der Sensorzeile **4** abgebildet ist. In den Strahlengang ist vor der Linse eine Lochblende **9** eingebracht, durch deren Aperturöffnung **10** eine bestimmte Schärfentiefe erzielt wird. Die Schärfentiefe gestattet eine Anordnung der Detektionsvorrichtung **1** mit gewissen Toleranzen hinter der Windschutzscheibe **2**, ohne daß ein Verlust der gewünschten Abbildungsschärfe hingenommen werden müßte.

Die Sensorzeile **4** besteht aus einer Vielzahl nebeneinander angeordneter einzelner optoelektronischer Wandler (Bildpunkte). In dem Kraftfahrzeug ist die Sensorzeile **4** in den Fuß des Innenrückspiegels integriert. Die Oberfläche **8** der Sensorzeile **4** ist parallel zur äußeren Oberfläche der Windschutzscheibe angeordnet. Auch bezüglich dieser Anordnung wirkt sich die vorgesehene Schärfentiefe günstig hinsichtlich der einzuhaltenden Toleranzen aus. Die Sensorzeile **4** ist dergestalt in den Spiegelfuß integriert, daß die Zeile vertikal ausgerichtet ist.

Ein schematisches Blockschaltbild der Auswerteeinheit 5 ist in Fig. 2 dargestellt. Die Sensorzeile 4 ist ausgangsseitig an den Eingang der Auswerteeinheit 5 angeschlossen. Die Steuerung der Detektionsvorrichtung 1 wird durch einen nicht näher dargestellten Mikroprozessor übernommen. Von diesem erfolgt eine Belichtungszeitsteuerung, welches Steuerungssignal die Sensorzeile 4 beaufschlagt.

Die von den einzelnen Bildpunkten der Sensorzeile 4 ausgelesenen Signale  $s(x)$  beaufschlagen den Eingang eines Transformationsmoduls 11, in welchem die Signale  $s(x)$  hinsichtlich ihrer Intensitätsschwankungen untersucht werden. Durch Transformieren der Bilddaten mit einer diskreten Cosinustransformation können Intensitätsschwankungen innerhalb eines bestimmten Bildbereiches oder auch über das gesamte erfaßte Bild hinweg dargestellt werden. Diese Schwankungen werden als Ortsfrequenzverteilung  $S(f)$  bezeichnet.

Parallel zu dem Schritt des Ermitteln der Ortsfrequenzverteilungen  $S(f)$  beaufschlagen die aus der Sensorzeile 4 ausgelesenen Signale  $s(x)$  auch eine Übersteuerungsüberwachungseinheit 12. Diese Übersteuerungsüberwachungseinheit 12 dient zum Detektieren von übersteuerten Bildpunkten, die aufgrund ihrer Signalausbildung als hochfrequente Schwankung bei der Ermittlung der Ortsfrequenzverteilungen erkannt werden würde. Durch die Übersteuerungsüberwachungseinheit 12 wird sodann ein Steuerungssignal erzeugt, wenn einer oder mehrere Bildpunkte hinsichtlich der erfaßten Lichtintensität übersteuert sind.

An den Ausgang des Transformationsmoduls 11 ist der Eingang eines rekursiv arbeitenden Tiefpaßfilters 13 angeschlossen. In diesem Tiefpaßfilter 13 erfolgt eine Filterung der Frequenzbänder zur Vermeidung einer weiteren Auswertung von Phantomfrequenzen. Die zeitlich tiefpaßgefilterten Frequenzbänder  $S^*(f)$  beaufschlagen eine Komparatoreinheit 14, dessen weiterer Eingang an den Ausgang der Übersteuerungsüberwachungseinheit 12 angeschlossen ist.

Der Tiefpaßfilter 13 ist über eine Adaptionseinheit 15 hinsichtlich seiner Filterparameter adaptierbar, wobei die Adaptionseinheit 15 an den Ausgang der Komparatoreinheit 14 angeschlossen ist.

In der Komparatoreinheit 14 erfolgt ein Vergleichen der tiefpaßgefilterten Ortsfrequenzverteilungen  $S^*(f)$  mit Referenzfrequenzbändern, die in einem Speichermodul abgelegt sind. Der Vergleich dient zur Bewertung der erfaßten Bilddaten der Sensorzeile 4, d. h. eine Bewertung hinsichtlich der auf der Außenseite der Windschutzscheibe 2 anhaftenden Objekte, die durch unterschiedliche Ortsfrequenzbänder erkennbar sind. Wird ein Ortsfrequenzband eines Bildes der Sensorzeile 4 als bekannt erkannt, wird ein Steuerungssignal zum Ansteuern der benötigten Aktoren, bei welchen es sich bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel um den Scheibenwischermotor handelt, erzeugt.

Zum Darstellen eines Vergleiches zwischen dem Ortsfrequenzspektrum eines Zeilenbildes der Sensorzeile 4 ohne auf der Außenseite der Windschutzscheibe anhaftende Objekte sowie mit auf der Windschutzscheibe anhaftenden Regentropfen 3 ist in den Fig. 3a und 3b dargestellt. Fig. 3a zeigt die Ortsfrequenzverteilungen eines Bildes einer freien Windschutzscheibe; Fig. 3b zeigt die Windschutzscheibe 2 mit den außenseitig darauf anhaftenden Regentropfen 3, wie in Fig. 1 dargestellt. Aufgetragen ist in den Diagrammen auf der y-Achse die Häufigkeit der Schwankungen (Anzahl) und auf der x-Achse die Frequenz. Ein Vergleich der beiden Diagramme macht deutlich, daß das Ortsfrequenzspektrum des freien Windschutzscheibenausschnittes im hohen Frequenzbereich so gut wie keine Intensitätsschwankungen aufweist. Anders verhält sich dagegen der hochfrequente Bereich bei der in Fig. 1 gezeigten Windschutzscheibe 2 mit den darauf

anhaftenden Regentropfen 3 (vergl. Fig. 3b). Die durch die Regentropfen 3 hervorgerufenen Intensitätsschwankungen bilden sich durch entsprechende Intensitäten im hohen Frequenzbereich ab. Dies ermöglicht den Rückschluß, daß Objekte an der Außenseite der Windschutzscheibe anhaften. In Abhängigkeit von dem Auflösungsvermögen der Sensorzeile 4 können auf diese Weise unterschiedliche auf der Windschutzscheibe befindliche Objekte durch eine unterschiedliche Ausbildung ihrer hochfrequenten Ortsfrequenzverteilungen erkannt werden. Unterschieden werden können Ortsfrequenzspektren nicht nur hinsichtlich einer Objekterkennung, sondern auch in welcher Häufigkeit diese Objekte sich auf der Windschutzscheibe befinden. Entsprechend können auch Objektmischungen erkannt werden. Ein Vergleich der Ortsfrequenzverteilungen in der Komparatoreinheit 14 kann auch dergestalt durchgeführt werden, daß lediglich eine hinreichende Übereinstimmung der zu bewertenden Ortsfrequenzverteilungen mit solchen in einem Speichermodul hinterlegten erfolgt.

Fig. 4 zeigt eine Draufsicht auf die Sensorzeile 4 von der Windschutzscheibe 2 aus betrachtet. Die Sensorzeile 4 ist in einem Gehäuse 16 angeordnet. Frontseitig sind auf dem Gehäuse 16 Infrarotlichtemittierende Dioden 17, 17', 18, 18' angeordnet. Diese IR-Dioden 17, 17', 18, 18' sind zum Emit- 25 tieren von Infrarot-Licht in Richtung auf die Windschutzscheibe 2 angeordnet. Diese IR-Dioden 17, 17', 18, 18' dienen als Beleuchtungseinrichtung für den Fall, daß eine Betrachtung der Außenseite der Windschutzscheibe 2 mit Umgebungslicht nicht mehr in ausreichendem Maße möglich ist. Die IR-Dioden 17, 17' sind wechselweise mit den IR-Dioden 18, 18' zum Beleuchten der Windschutzscheibe 2 geschaltet. Dadurch wird eine mit unterschiedlichen Einfalls- 30 winkeln auf die Windschutzscheibe 2 eintreffende Beleuchtungsquelle gebildet, so daß objektbezogene Lichtreflexe von anderen parasitären Lichtreflexen unterschieden werden können.

Die zu Fig. 2 beschriebenen, in der Datenverarbeitungseinheit 5 vorhandenen Module 11, 12, 13, 14, 15 können ebenfalls Software-mäßig gelöst sein.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Detektionsvorrichtung
- 2 Windschutzscheibe
- 3 Regentropfen
- 4 Sensorzeile
- 5 Auswerteeinheit
- 6 Linse
- 7 Außenseite der Windschutzscheibe
- 8 photosensitive Oberfläche der Sensorzeile
- 9 Lochblende
- 10 Aperturöffnung
- 11 Transformationsmodul
- 12 Übersteuerungsüberwachungseinheit
- 13 Tiefpaßfilter
- 14 Komparatoreinheit
- 15 Adaptionseinheit
- 16 Gehäuse der Sensorzeile
- 17, 17' IR-Diode
- 18, 18' IR-Diode
- $s(x)$  Bildsignal
- $S(f)$  Ortsfrequenzspektrum
- $S^*(f)$  tiefpaßgefiltertes Ortsfrequenzspektrum

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Detektieren von auf einer Windschutzscheibe (2) befindlichen Objekten (3) umfassend

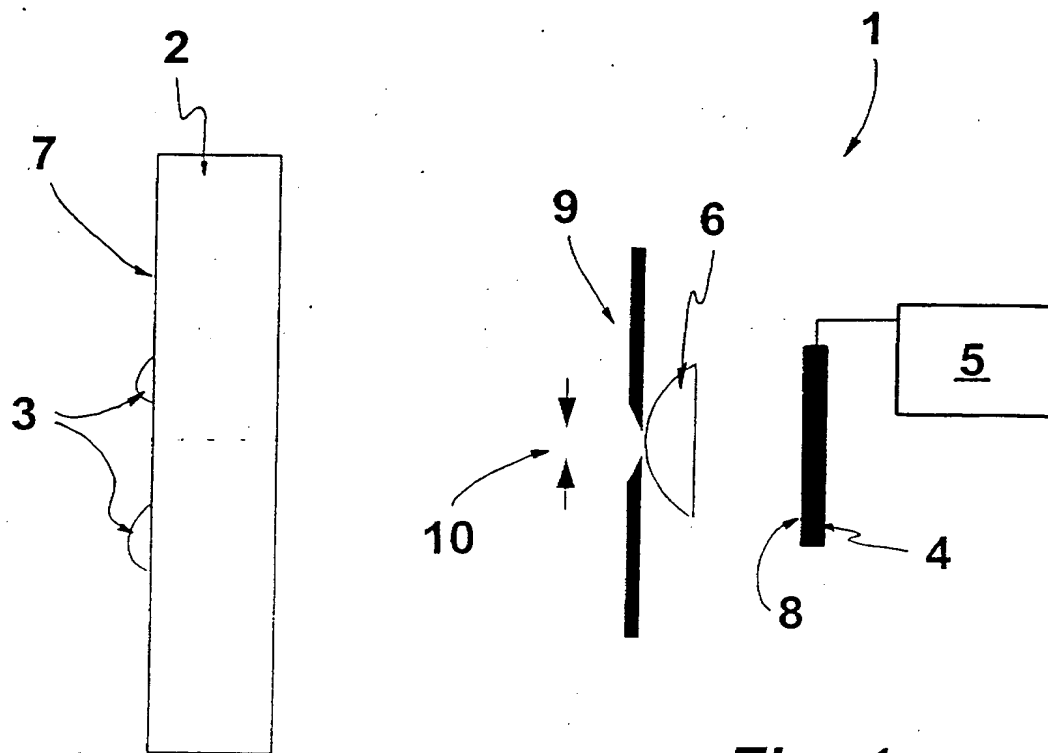
folgende Schritte:

- Aufnehmen eines Ausschnittes der Windschutzscheibe (2) von ihrer Innenseite mit einem auf die Außenseite (7) der Windschutzscheibe (2) fokussierten, eine Vielzahl von einzelnen Bildpunkten aufweisenden optischen Sensorarray (4),
  - Ermitteln der Ortsfrequenzverteilungen ( $S(f)$ ) der auf dem erfaßten Bild abgebildeten Strukturen ( $s(x)$ ) und
  - Durchführen eines Vergleicherschrittes, in welchem die erfaßten Ortsfrequenzverteilungen ( $S(f)$ ) mit Referenzfrequenzverteilungen verglichen werden, woraufhin bei einer hinreichenden Übereinstimmung der erfaßten Ortsfrequenzverteilungen ( $S(f)$ ) mit einer Referenzfrequenzverteilung ein Steuersignal zum Ansteuern von Aktoren erzeugt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ortsfrequenzverteilungen ( $S(f)$ ) der in dem mit dem Sensorarray (4) erfaßten Bild enthaltenen Strukturen durch Transformieren der Bilddaten ( $s(x)$ ) mit einer diskreten Cosinustransformation ermittelt werden.
  3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Erzeugung des Steuersignales zusätzlich in Abhängigkeit von einem vorbestimmten Schwellenwert erfolgt.
  4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß sich an den Schritt des Ermitteln der Ortsfrequenzverteilungen ( $S(f)$ ) der auf dem erfaßten Bild abgebildeten Strukturen ( $s(x)$ ) der Schritt einer zeitlich rekursiven Tiefpaßfilterung der einzelnen Frequenzbänder anschließt.
  5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Filterparameter der Tiefpaßfilterung adaptierbar sind.
  6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Ermittlung der Ortsfrequenzverteilungen ( $S(f)$ ) der auf dem erfaßten Bild abgebildeten Strukturen ( $s(x)$ ) eine Übersteuerungsbestimmung der einzelnen Bildpunkte des optischen Sensorarrays (4) erfolgt und daß bei einer festgestellten Übersteuerung eines oder mehrerer Bildpunkte diese Feststellung bei der Durchführung des Vergleicherschrittes berücksichtigt wird.
  7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der von dem optischen Sensorarray (4) erfaßte Windschutzscheibenausschnitt von innen mit Infrarot-Licht beleuchtet wird, wobei die Einfallsrichtung der Infrarot-Lichtstrahlen während der Beleuchtung geändert wird.
  8. Vorrichtung zum Detektieren von auf einer Windschutzscheibe (2) befindlichen Objekten (3) umfassend eine an eine Datenverarbeitungseinheit (5) angeschlossene Aufnahmeeinheit (4) zum innenseitigen Betrachten eines Ausschnittes der Windschutzscheibe (2), von welcher Datenverarbeitungseinheit (5) Aktoren als Reaktion auf festgestellte Objekte auf der Windschutzscheibe (2) ansteuerbar sind, wobei die Aufnahmeeinheit (4) in einem bestimmten Abstand hinter der Windschutzscheibe (2) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmeeinheit ein mit einer Blende (9) versehenes, auf die Außenseite (7) der Windschutzscheibe (2) fokussiertes optisches Sensorarray (4) ist und daß die ausgangsseitig an das optische Sensorarray (4) angeschlossene Datenverarbeitungseinheit (5) ein Transformationsmodul (11) zum Ermitteln der Ortsfrequenzverteilungen ( $S(f)$ ) der auf dem erfaßten Bild ab-

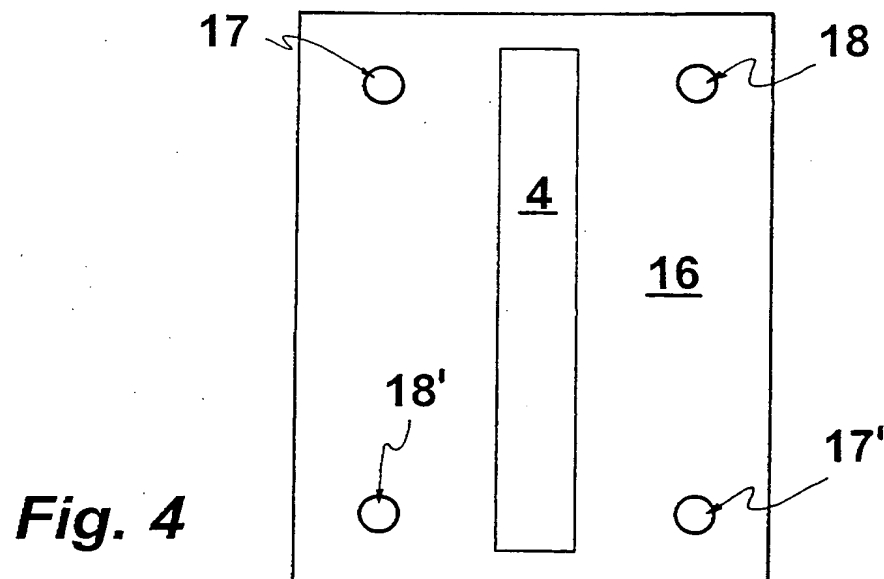
gebildeten Strukturen ( $s(x)$ ) und eine Komparatoreinheit (14) zum Vergleichen der ermittelten Ortsfrequenzverteilungen ( $S(f)$ ) mit Referenzfrequenzverteilungen aufweist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als optisches Sensorarray ein Kamerasensor mit einer Einlinsoptik und einer dieser vorgeschalteten Lochblende vorgesehen ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als optisches Sensorarray eine Sensorzeile (4) mit einer Einlinsoptik (6) und einer dieser vorgeschalteten Lochblende (9) vorgesehen ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Transformationsmodul (11) und der Komparatoreinheit (14) ein zeitlich rekursiv arbeitendes Tiefpaßfilter (13) angeordnet ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Datenverarbeitungseinheit (5) eine Übersteuerungsüberwachungseinheit (12) zum Durchführen einer Übersteuerungsbestimmung der einzelnen Bildpunkte des optischen Sensorarrays (4) zugeordnet ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Detektionsvorrichtung (1) eine Beleuchtungseinrichtung (17, 17', 18, 18') zum Beleuchten der Windschutzscheibe (2) von der Innenseite mit Infrarot-Licht zugeordnet ist, welche Beleuchtungseinrichtung (17, 17', 18, 18') hinsichtlich des von dem Sensorarray (4) erfaßten Bildmittelpunktes zum Beleuchten des Windschutzscheibenausschnittes aus wechselnden Richtungen ausgebildet ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen



**Fig. 1**



**Fig. 4**



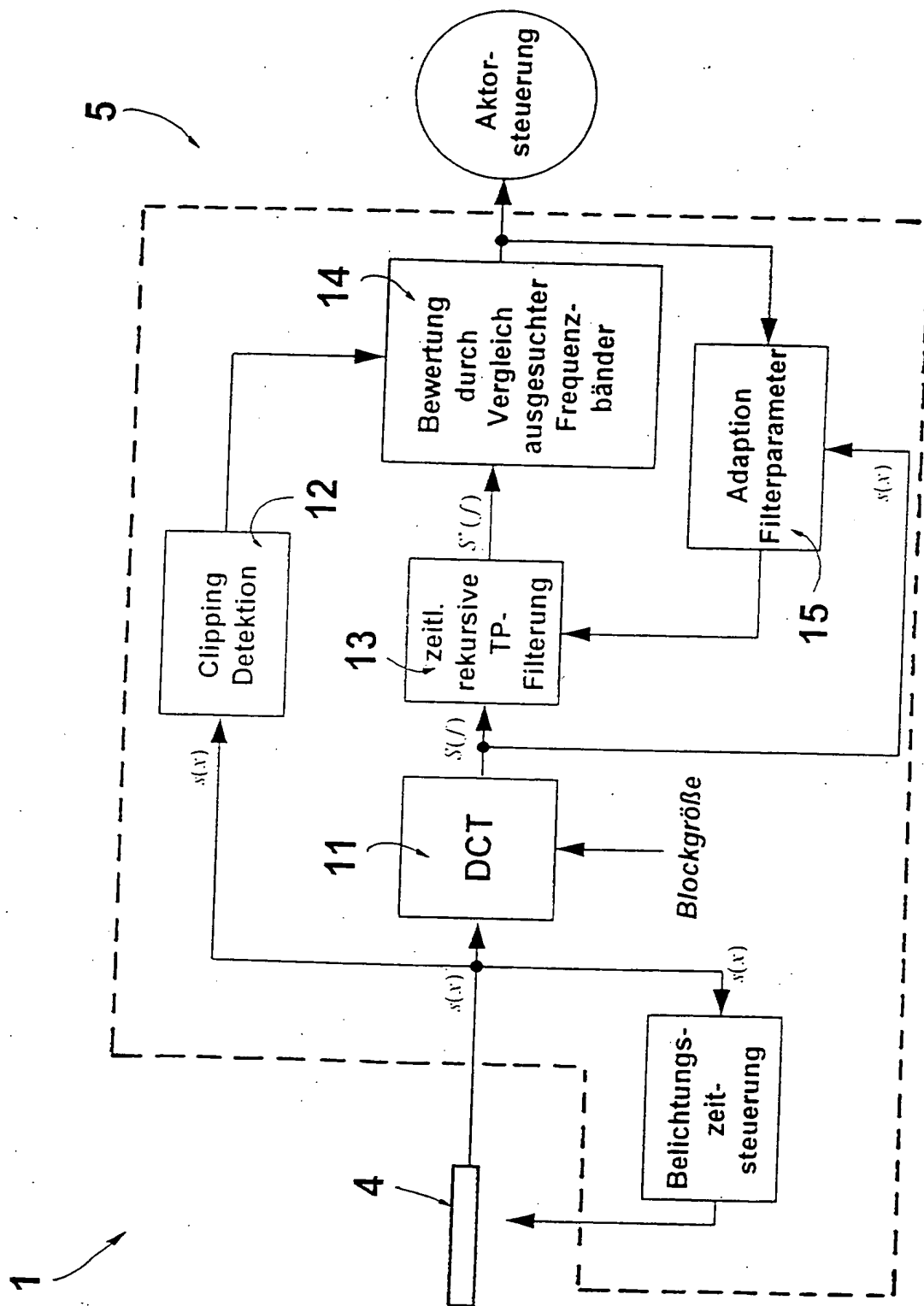
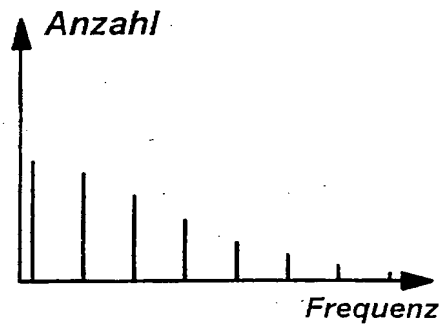


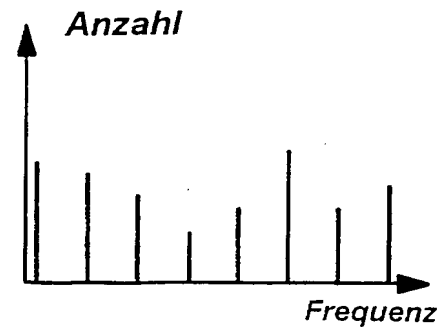
Fig. 2

*ohne Objekte*



*Fig. 3a*

*mit Objekten*



*Fig. 3b*